AUFEINANDERFOLGE ZWEIER EINFACHER REAKTIONEN MIT RECHTER UND LINKER HAND BEI VARIATION DES REIZINTERVALLS

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

VORGELEGT VON

TRAJAN TOPCIU

ACAD. LUGD. BAT.

MIT 8 FIGUREN IM TEXT

LEIPZIG
WILHELM ENGELMANN
1915

Angenommen von der philosophisch-historischen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren WUNDT und WIRTH.

Leipzig, den 3. August 1915.

Der Procancellar: ZIMMERN.

Sonderdruck aus: »Psychologische Studien«, Bd. X, Heft 2.

FRÄULEIN

CELESTE DE CARVALHO CORDEIRO

GEWIDMET

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545814_0001

Die Fragestellung.

Der Reaktionsprozeß ist ein Gebiet, das durch eine reiche Literatur ausgezeichnet ist, seitdem einmal Wilhelm Wundt den Reaktionsprozeß als Prototyp eines psycho-physischen Prozesses von grundlegender Bedeutung erwies[1]).

Bilaterale Reaktionen wurden zuerst wohl von Féré[2]) veranstaltet, dann auch von Külpe[3]) und Salow[4]) mit verbesserten Methoden. Dabei war vorwiegend die Analyse der Differenzen zwischen rechter und linker Hand bei Reaktion auf den nämlichen Reiz und bei verschiedenen Einstellungen die Aufgabe der Untersuchungen. Auch über sukzessive Reaktionen sind eine Reihe von Untersuchungen angestellt worden[5]).

Beide Momente der Bilateralität und Sukzession wurden nun in unseren Versuchen von einem neuen Gesichtspunkte aus kombiniert, der sich aus der praktischen Anwendung der Reaktionsversuche zur Registrierung kleinster psychischer Zeiten ergeben hatte, aber im Zusammenhange der Reaktionsmethoden auch ein rein theoretisches Interesse besitzt, weshalb er hier unter möglichst einfachen Bedingungen zunächst einmal selbständig für sich verfolgt wurde.

---

[1]) Wundt, Physiol. Psychol. III.[6], S. 360.

[2]) Féré, Revue philosophique 28, S. 36; dazu Wirth: Experim. Anal. der Bewußtseinsphänom. S. 416.

[3]) Külpe, Philos. Stud. VI, 514 u. VII. 147.

[4]) Salow, (hrsg. von Klemm), Psychol. Stud. VIII., S. 506.

[5]) v. Kries, Arch. f. Physiol. 1886, Supl. I, S. 4; Rieger, Zeitschr. f. Psychol. Bd. 31, S. 1 u. Bd. 32, S. 377ff; Seashore, University of Iowa St. in Psychology II. S. 64; auch Dresslar, Am. Journ. of Psychol. 4, S. 514; Brian, ibid. 5, S. 123; Bliss, Stud. f. Yale Psychol. Lab. Bd. I, S. 53; Wirth, l. c. 399, Anm. 1.

Bei schnell aufeinanderfolgenden Bewußtseinsvorgängen können verschiedene Bewegungsorgane des Körpers zur sukzessiven Registrierung jedes einzelnen Prozesses verwendet werden. Hierbei wird nicht nur die erste Reaktion infolge der Bereitschaft zur Fortsetzung der Handlung mit anderen Organen etwas anders verlaufen können, als wenn überhaupt nur **ein** Vorgang zu registrieren wäre, sondern es werden offenbar vor allem auch die späteren Reaktionen je nach der Zwischenzeit bis zu den von ihnen zu registrierenden Prozessen verschieden lange dauern.

Die absoluten Reaktionszeiten, die sich unter solchen Bedingungen ergeben, können natürlich nur mit Hilfe objektiver Reizmotive gemessen werden, als welche wir einfache Schallreize verwendeten. Dabei setzt der allgemeine Fall, der hier praktisch vorlag, die Unwissentlichkeit des Reagenten bezüglich des Zeitintervalls zwischen den zu registrierenden Prozessen voraus. Bei der Hauptmasse unserer Versuche wurde denn auch diese Unwissentlichkeit, innerhalb der überhaupt in Betracht kommenden Zeitgrenzen, dadurch aufrecht erhalten, daß zwischen den untersuchten Intervallen von Versuch zu Versuch völlig zufällig gewechselt wurde (variable Reihen).

Da jedoch durch diese Unwissentlichkeit die Vorbereitung für jede einzelne Reaktion nicht so weit getrieben werden kann wie bei sicherer Voraussicht des Zeitabstandes, in welchem die einzelnen Reizmotive nacheinander auftreten werden, so ist es von rein theoretischem Standpunkte aus auch von Interesse, die Zeiten der sukzessiven Reaktion auf Reize von konstanter, im voraus bekannter Zwischenzeit kennen zu lernen. Wir haben daher wenigstens mit einem Teil der Versuchspersonen auch mehrere solche Versuche mit Beibehaltung eines bestimmten Zeitintervalles während einer Versuchsreihe durchgeführt (konstante Reihen).

Wir beschränkten uns vorläufig auf zwei sukzessive Reaktionen, bei denen die erste mit der rechten, die zweite mit der linken Hand auszuführen war oder umgekehrt, da hierbei die motorischen Bedingungen für beide Registrierbewegungen nach den bisherigen Erfahrungen ziemlich gleichmäßige sind und der Einfluß des Zeitintervalles bis zu den späteren Reizmotiven auf ihre Registrierung im wesentlichen bereits an der zweiten Reaktion zutage getreten ist.

Die Methode.

1. Die Versuchspersonen hatten die Aufgabe, auf beide Reize sensoriell zu reagieren, also insbesondere auch Fehl- und Frühreaktionen zu vermeiden. Dies hatte bei dem ersten Reiz kaum besondere Schwierigkeiten. Um optimale Reaktionsbedingungen zu erhalten, ließ ich diesem ersten Reiz jedesmal ein Vorsignal in dem konstanten Zeitintervall von 1,5 Sekunden vorangehen, welches gerade für die Beibehaltung der vollständigen sensoriellen Reaktion besonders günstig ist. Von einer Selbstauslösung des Reizes durch den Reagenten war abgesehen worden, weil seine beiden Hände ausschließlich mit der Ausführung der Reaktionen beschäftigt sein sollten. Kurz vor dem ersten Reiz wurde daher die Aufmerksamkeit durch ein »Jetzt« des Assistenten vorbereitet, nachdem der Reagent seine Bereitschaft im allgemeinen erklärt hatte. Die Auslösung des Vorsignals und der Reize geschah unmittelbar darnach durch den Experimentator, der gleichzeitig mit dem »Jetzt« des Assistenten ein Signal erhielt. Besondere Kontrollen der sensoriellen Einstellung bei der ersten Reaktion durch Prüfungsversuche mit Ausfall des ersten Reizes erschienen hierbei nicht erforderlich, zumal die stets gelungenen Prüfungsversuche zur Kontrolle der sensoriellen Einstellung der zweiten Reaktion die Einhaltung dieser Instruktion auch bei der ersten Reaktion garantierten. Denn bei der zweiten Reaktion war die Neigung zu einer vorschnellen Bewegung ohne Abwarten des Reizes natürlich besonders groß, da diese bei jedem Versuch mehr oder weniger schnell der Bewegung der ersten Hand nachzufolgen hatte. Es wurde daher in jede Versuchsreihe an einer nicht im voraus bekannten Stelle ein Prüfungsversuch eingeschaltet, in welchem nach dem Vorsignal nur der erste Reiz erfolgte, der zweite Reiz aber völlig ausblieb. Offenbar war bei den variablen Reihen, bei denen das Intervall bis zum zweiten Reiz niemals im voraus bekannt war, die Verleitung zu einer rein mechanischen Nachbewegung der zweiten Hand schon an und für sich kleiner als bei den konstanten Reihen. Immerhin war auch bei den variablen Reihen durch jene Prüfungsversuche sicherzustellen, daß nicht etwa am Ende der längsten tatsächlich vorkommenden Wartezeit unwillkürliche Bewegungen ohne objektives Reizmotiv erfolgen. Die Tatsache, daß weder bei den variablen noch auch bei

den konstanten Reihen jemals ein Prüfungsversuch verfehlt wurde und auch bei den normalen Versuchen keine Frühreaktionen vorkamen, zeigt jedenfalls, daß alle Versuchspersonen im Verlauf der ganzen Untersuchung die verlangte Einstellung durchweg beibehalten haben.

2. Da es uns auf einen möglichst vollständigen Überblick der Abhängigkeit der zweiten Reaktionszeit von dem Zeitintervall zwischen den beiden Reizmotiven ankam, untersuchten wir zehn ziemlich gleichmäßig abgestufte Intervalle zwischen 50 σ und 720 σ. Diese hatten sich uns auf Grund zahlreicher Vorversuche, die vor den Hauptversuchen zugleich zur allgemeinen Einübung der Reagenten angestellt wurden, zur Untersuchung der Abhängigkeit zwischen beiden Reaktionen als hinreichend erwiesen, weil die zweite Reaktion bei noch längeren Zwischenzeiten keine wesentlich anderen Modifikationen mehr aufzuweisen schien, als sie auch schon bei einzelnen Normalreaktionen einfach durch die Zunahme des Zeitintervalls zwischen Vorsignal und Hauptreiz entstehen. Die untersuchten Intervalle waren im einzelnen, sowohl bei den variablen als bei den konstanten Reihen: 50 σ, 100 σ, 150 σ, 200 σ, 280 σ, 360 σ, 440 σ, 520 σ, 600 σ, 720 σ.

Bei den Vorversuchen und der ersten Gruppe der Hauptversuche mit variablen Reihen wurde die erste Reaktion stets mit der rechten, die zweite mit der linken Hand ausgeführt. (Einfache Rechtslinksreihe.) Da jedoch nach den sonstigen Erfahrungen zu erwarten war, daß diese Reihenfolge von Wichtigkeit ist, wurde bei den übrigen variablen und bei sämtlichen konstanten Reihen zwischen Rechts-Links und Links-Rechts systematisch abgewechselt (Wechselreihen, bzw. Rechts-Links oder Links-Rechtsreihen).

Die einzelnen Hauptgruppen von Versuchen, die zur Erkennung der Abhängigkeit der Reaktionszeiten von dem abgestuften Reizintervall bei einer bestimmten Handfolge unten in je einer Kurve bzw. Tabelle zusammengefaßt sind, enthielten jedes Intervall zehnmal, also jede zusammen 100 Einzelversuche. In einer Sitzung konnten 30 Einzelversuche ausgeführt werden. Die Versuche der Hauptgruppe wurden daher auf die einzelnen Sitzungen in folgender Weise verteilt: Bei den einfachen Rechts-Linksreihen wurden in je drei Sitzungen 30 Intervalle, unter denen jedes der zehn obengenannten dreimal vorkam, durch Auslosung zufällig durcheinander gemischt und in drei Gruppen

durchgenommen, zwischen denen sich kurze Ruhepausen befanden. In einer vierten Sitzung folgten noch die ebenso zufällig gemischten zehn Restversuche der ganzen Hauptgruppe. Bei den Wechselreihen griffen die beiden Hauptgruppen Rechts-Links und Links-Rechts in jeder Sitzung mit 30 Versuchen fortgesetzt in der Weise ineinander, daß Untergruppen von je 10 Einzelversuchen mit der nämlichen Handfolge miteinander abwechselten, z. B. 10 Versuche Rechts-Links, 10 Vers. Links-Rechts, 10 Vers. Rechts-Links. Die nächste Sitzung begann dann mit 10 Versuchen Links-Rechts. Bei den Hauptgruppen mit variablen Intervallen kam jedes Intervall innerhalb einer dieser Untergruppen der Sitzung in zufällig ausgeloster Reihenfolge je einmal vor. Bei den Hauptgruppen mit konstantem Intervall wurde dagegen die Reihenfolge der zehn Untergruppen, in denen das nämliche Intervall konstant eingehalten wurde, durch das Los bestimmt und in den einzelnen Sitzungen je zwei, bzw. eine dieser Untergruppen in Wechselreihen mit einer bzw. zwei analogen Gruppen der anderen Handfolge kombiniert.

Jeder Reagent hatte unmittelbar nach den einzelnen Versuchen etwaige Selbstbeobachtungen schriftlich niederzulegen.

Als Versuchspersonen beteiligten sich: Herr Prof. Wirth (W), sowie die Mitglieder des Instituts Frau Dr. Berliner (B), Freiherr Dr. von Winterstein (Wi), Herr Gabriel Malan (M) und als Assistenten: Herr Dr. Sander, Herr Fitt, Herr Ingelman.

Allen Teilnehmern meiner Versuche bin ich zu bestem Dank verpflichtet. Auch möchte ich des Interesses und der Mithilfe des Herrn Prof. Wirth, sowie des leider zu früh verstorbenen damaligen Assistenten des Institutes Herrn Dr. Salow gedenken, und vor allem Sr. Exz. Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Wundt in tiefer Verehrung meinen dauernden Dank ausdrücken.

Versuchsanordnung.

Die Versuchsanordnung (s. Figur 1) bestand im wesentlichen aus der sinngemäßen Kombination zweier Anordnungen von der bekannten Art, wie sie bei der einfachen Reaktion auf Schallreize verwendet werden [1]).

[1]) Wundt, Physiol. Psychol. III[6], S. 364ff.

Die beiden Schallreize wurden von zwei elektromagnetischen Schallhämmern R_1, R_2 erzeugt, deren 12 cm lange Hebel h_1, h_2 bei Stromunterbrechung eines verstellbar über ihnen angebrachten Magneten m_1 m_2 durch Federzug mit ihrem verdickten Kopfende auf einen kleinen Ambos a_1, a_2 aufschlugen, wobei durch Hebel und Ambos ein besonderer Stromkreis geschlossen wurde. Diese Reizapparate, die später mit entsprechenden neuen Hilfskontakten auch in den Zeitsinn-Versuchen von O. Kahnt [1]) zur Anwendung kamen, waren

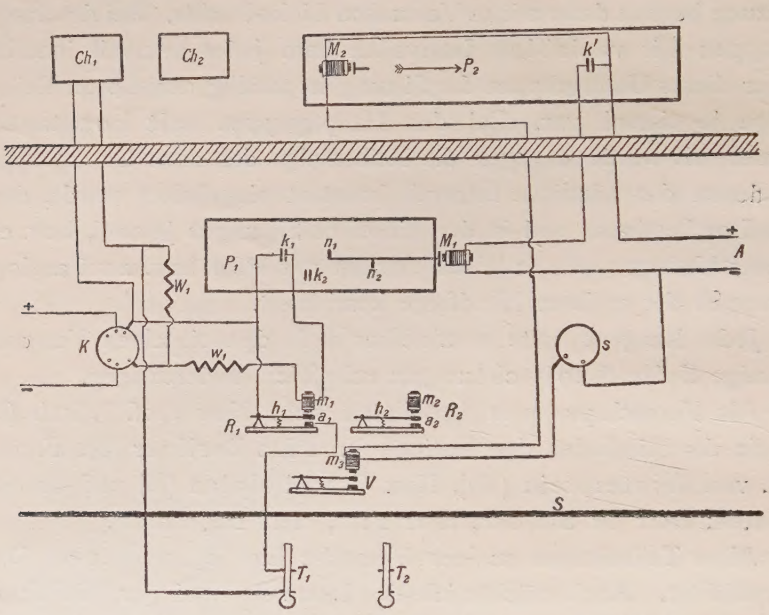

Fig. 1.

vor allem auf eine möglichst konstante und beiderseits gleiche Latenzzeit berechnet, die nach genauer Fixierung der Zugfeder und der Magnete von der Unterbrechung des Magnetstromes bis zum Aufschlag auf dem Ambos etwa 20 σ betrug. Als Vorsignal diente ein ähnlich funktionierender Hammer V älterer Konstruktion mit dem Haltemagnet m_3.

Die Zwischenzeit zwischen den beiden Reizen wurde durch das Kontaktpendel P_1 bestimmt. An seiner Pendelstange war ein Kreisbogen angebracht, an dessen unterem Rande sich zwei Kontakt-

[1]) Vgl. Psychol. Stud. Bd. IX, 5. Heft, 1914, S. 292.

auslöser n_1, n_2 in verschiedenen Schwingungsebenen befanden; die Nase n_1 war an dem vorderen Ende des Kreisbogens befestigt, während n_2 auf einen verschiedenen Kreisbogenabstand $\widehat{n_1 n_2}$ von ihm eingestellt werden konnte. Jeder dieser beiden Auslöser bediente je einen der beiden Öffnungskontakte k_1, k_2, die beide auf dem Grundbrett (60 × 18 cm) so nebeneinander befestigt waren, daß ihre Hebel in den Schwingungsebenen der n lagen. Der Kontakt k_1 lag in dem Stromkreis des Magneten m_1 des Reizhebels R_1, k_2 ebenso in dem Kreis von m_2 an R_2. Auf dem Rande des Kreissektors war die Skala der (S. 8) genannten Reizintervalle angebracht, die mittelst des Chronographen geeicht war[1]). Das Abschwingen dieses Kontaktpendels P_1 von seinem Haltemagneten M_1 wurde durch die Unterbrechung des Kontaktes k' an dem Hilfs-Kontaktpendel P_2 bewirkt[2]), das den Zeitabstand der Hauptreize von dem Vorsignal bestimmte. Dieser Zeitabstand kam dadurch zustande, daß der Haltemagnet M_2 des Pendels P_2 in den nämlichen Stromkreis eingefügt war, wie der Magnet m_3 des Vorsignalhammers V.

Unterbrach also der Assistent diesen Stromkreis durch Umlegen des Ausschalters s, so ertönte das Vorsignal und gleichzeitig schwang das Pendel P_2 vom M_2 ab und löste durch Unterbrechung von k' nach 1,5 Sekunden den ersten Hauptreiz aus, dem dann je nach der Einstellung von n_2 der zweite Hauptreiz in einem beliebigen Intervalle nachfolgte. Die Magneten M_1, M_2 und m_3 wurden von dem Akkumulator A gespeist.

Zur Zeitmessung dienten zwei ältere Hippsche Chronoskope[3]), deren Zeiger bei Stromunterbrechung laufen. Sie befanden sich mit dem Hilfspendel P_2 in einem anderen Raume und wurden vom Versuchsleiter bedient. Die Reaktionen wurden von der Vp. mittelst der beiden Taster T_1, T_2 von bekannter Konstruktion ausgeführt[4]). Die ganze übrige Versuchsanordnung war für die Vp. ebenso wie der Assistent durch den Pappeschirm S verdeckt. Dabei standen die Reizapparate unmittelbar hinter diesem Schirm und auch der Vorsignalhammer befand sich direkt vor ihnen, damit die Aufmerksamkeit

---

1) Wundt, l. c., S. 384, Fig. 381.
2) Wundt, l. c., S. 382, Fig. 380.
3) Wundt, l. c., S. 366, Fig. 368.
4) Wundt, l. c., S. 366, Fig. 368.

des Beobachters von dem Orte der Reizapparate möglichst wenig abgelenkt wurde.

Der Stromkreis war für beide Reaktionszeiten ganz übereinstimmend angelegt, so daß wir ihn zur besseren Übersichtlichkeit der Figur nur für die erste Reaktionszeit eingezeichnet haben.

An den Stadtstrom war der Komutator K angeschlossen, von dem die beiden Stromkreise parallel abgezweigt waren. Jeder von ihnen bestand aus drei Zweigen. Der erste ging durch den Widerstand w_1 nach dem Magneten m_1 (bzw. m_2) des Reizapparates und den Kontakt k_1 (bzw. k_2) des Pendels P_1, der zweite durch den Widerstand W_1 (bzw. W_2) nach dem Chronoskop Ch_1 (bzw. Ch_2), während der dritte einen Kurzschluß zu dem zweiten durch den Hebel h_1, den Ambos a_1 (bzw. h_2, a_2) und den Taster T_1 (bzw. T_2) legte. Die Chronoskope liefen also von der Entstehung dieses Kurzschlusses beim Schallreiz bis zu seiner Unterbrechung bei der Reaktion.

Damit die Zuordnung zwischen Reiz und Reaktion in beiden Handfolgen R-L und L-R immer die nämliche bleibe, wurde bei der Umkehrung der Zeitfolge beider Hände auch die Zeitfolge der Reizapparate umgekehrt, also R_2 an k_1 und R_1 an k_2 angeschlossen.

Der Prüfungsversuch bestand darin, daß der Assistent zu dem Öffnungskontakt k_2 einen in der Figur nicht besonders angegebenen Nebenschluß herstellte, welcher das Abfallen des Hebels h_2 vom Magneten m_2 bei der Öffnung von k_2 verhinderte.

Die Zeitkontrolle der Chronoskope wurde täglich mittelst des großen Wundtschen Kontrollhammers vorgenommen[1]). Hierbei wurde der dritte zur Kurzschließung des Chronoskops dienende Zweig eines der beiden oben beschriebenen Schaltungssysteme durch den oberen Schließungs- und unteren Öffnungskontakt des Kontrollhammers hindurchgeleitet. Wir beschränkten uns dabei auf die Eichung mittelst der Kontrollzeit 225 σ, um welche sich die von uns gemessenen Reaktionszeiten ziemlich gleichmäßig gruppierten, da eine fortwährende Variation der Kontrollzeit des Hammers deren Konstanz gefährdet, auf deren Erhaltung es uns nach genauer Eichung mittelst des Chronographen vor allem ankommen mußte. Die mittlere

[1]) Wundt, l. c., S. 375, Fig. 374.

Variation der Kontrollzeiten war fast konstant, 8,6 σ bzw. 9 σ, die mittlere Korrektion 26 σ bei dem einen und 38 σ bei dem anderen Chronoskope.

Versuchsergebnisse.

Der Kernpunkt unserer Untersuchungen liegt in der Feststellung der Abhängigkeit der beiden Reaktionen von der Größe des Zeitintervalles zwischen den beiden Reizen. Die Zahlenwerte der mittleren Reaktionszeiten und mittleren Variationen für die sämtlichen Hauptversuche bei variablem und bei konstantem Intervall sind im einzelnen aus den Tabellen I und VI zu ersehen und an der Hand der Selbstbeobachtung in ihren Hauptzügen sehr wohl zu verstehen. Die funktionelle Zuordnung der beiden Reaktionszeiten zu den Reizintervallen ist auch in einigen Kurven der Wechselreihen veranschaulicht, die unser vollkommenstes Material bilden.

Die mittleren Zeiten der Reaktion auf den ersten Reiz sind in den folgenden Kurven durch eine ausgezogene Linie zusammengefaßt, die wir weiterhin als Grundkurve bezeichnen wollen. Die Abhängigkeit der mittleren Zeit der zweiten Reaktion von dem Reizintervall zeigt die gestrichelte Kurve, die wir Zusatzkurve nennen und mit den Grundkurven in eine Figur brachten. In den kleinen Nebenkurven der nämlichen Figuren sind zugleich die mittleren Variationen dieser Reaktionszeiten in analoger Linienführung daruntergesetzt. Für uns ist vor allem die Abweichung der zweiten Reaktionszeit von der ersten von Wichtigkeit, deren Abhängigkeit vom Intervall wir deshalb bei einigen Reihen in besonderen Figuren als Differenzkurven selbständig dargestellt haben. Die Kurven für die beiden Handfolgen R-L und L-R der Wechselreihen sind hierbei untereinander gesetzt, um in dem symmetrischen Verlauf die Ähnlichkeit der Verhältnisse noch besser zu veranschaulichen.

I. Reihen mit zufälliger Variation des Reizintervalles (variable Reihen).

Die soeben genannte Abhängigkeitsbeziehung wird bei variablen, dem Reagenten jeweils nicht im voraus bekannten Intervallen einfacher als bei konstanten bekannten Intervallen, weil hierbei wenigstens die erste Reaktion bei sämtlichen Intervallen völlig gleichartig

vorbereitet wurde und auch die Bereitschaft zur zweiten Handbewegung dadurch mindestens bis zum Beginne der Wartezeit zwischen den beiden Reizen überall unter den nämlichen Bedingungen stand.

Bei der ersten Reaktion findet hier aber auch die Durchführung nach dieser gleichartigen Vorbereitung bei sämtlichen Intervallen immer in der nämlichen Weise statt, soweit nicht etwa das zweite Reizmotiv so früh eintritt, daß es noch in den psycho-physischen Vorgang der ersten Reaktionshandlung selbst hineintritt. Soweit allerdings die erste Reaktion beim Eintritt des zweiten Reizmotives noch nicht vollendet ist, kann auch eine Abhängigkeit der ersten Reaktionszeit von dem Reizintervall vorhanden sein. Aus den mittleren Reaktionszeiten unserer Tabellen und Kurven allein ist natürlich die Zeitgrenze dieses möglichen Einflusses noch nicht ganz genau zu ersehen, da ja die einzelnen wirklichen Reaktionszeiten, die in jenem Mittel enthalten sind, bisweilen auch viel länger waren. Bei der geringen mittleren Variation ist jedoch diese Zeitgrenze für die Möglichkeit einer Beeinflussung der ersten Reaktionszeit aus dem direkten Vergleich der mittleren Reaktionszeit mit dem zugehörigen Reizintervalle ohne großen Fehler zu entnehmen. Übrigens nimmt der Einfluß des zweiten Reizes auf die Durchführung der ersten Reaktion mit seiner Entfernung vom ersten Reiz schnell ab; und da unser kleinstes Intervall bereits 50 σ betrug, so ist es in unseren Kurven jedenfalls nur noch wenig zu spüren. Die beste objektive Kontrolle dafür, daß diese Gleichmäßigkeit der ersten Reaktion für sämtliche Intervalle jenseits der Grenze des ebengenannten Einflusses im Mittel tatsächlich erreicht war, ist der annähernd geradlinige horizontale Verlauf unserer Grundkurven unter diesen Versuchsbedingungen. Dieser zeigt insbesondere auch, daß die Auslosung der Intervalle etwaige systematische Einflüsse der Zeitlage des Intervalles innerhalb einer Sitzung sehr gut ausgeglichen hat. Nur bei dem Reagenten Wi scheint wenigstens bei den Wechselreihen R-L und L-R eine systematische Abweichung der beiden Grundkurven sowohl für Rechts-Links, als auch für Links-Rechts von diesem horizontalen Verlauf noch innerhalb der ersten Reaktionszeit selbst stattzufinden, so, als ob der Reagent bei der Ausführung der ersten Bewegung in einer unerklärlichen Weise von dem bevorstehenden Reizintervall beeinflußt worden wäre; da jedoch auch bei ihm die Grundkurve der einfachen

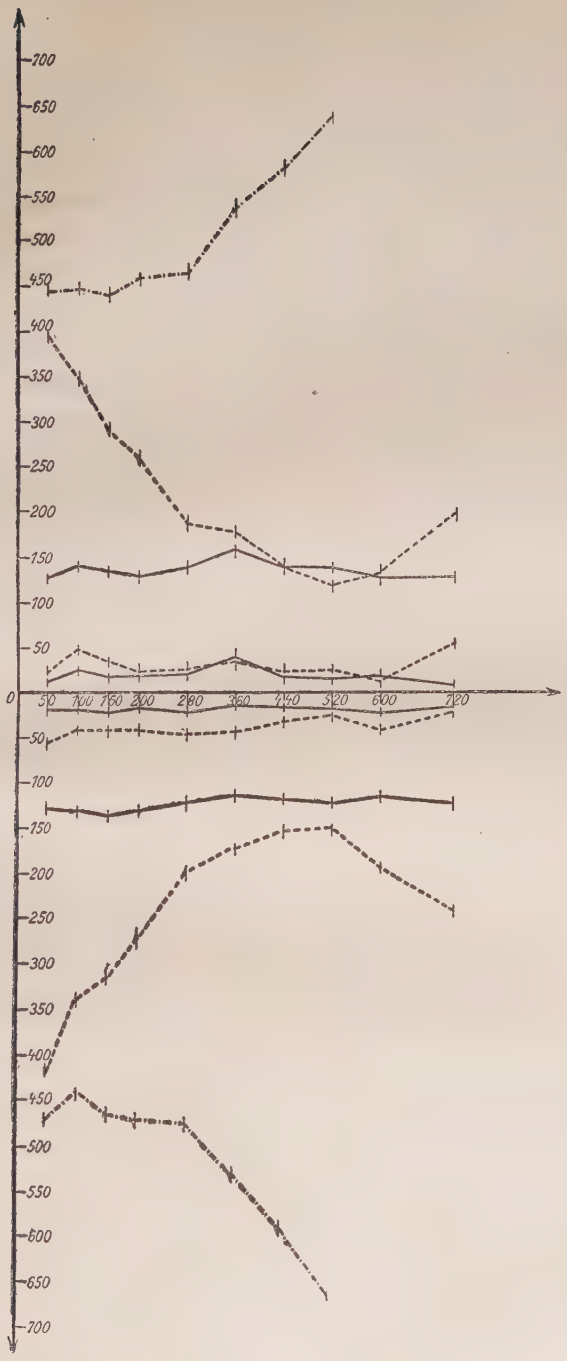
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700

Fig. 2 (Vp. W).

Rechts-Linksreihe ziemlich horizontal verläuft, können wir vorläufig jene Abweichung der Grundkurven von dem normalen Verlauf bei den anderen Reihen nur als etwas Zufälliges betrachten. Wenn dagegen bei der Vp. W bei den ersten Rechts-Linksreihen die Grundkurve relativ lange braucht, bis sie gleichmäßig weiterläuft, so hängt dies hier offenbar nur mit den großen absoluten Reaktionszeiten bei diesen ersten Reihen zusammen, die durch eine extrem sensorielle Einstellung bedingt waren. Erst nachdem die richtige Befolgung sämtlicher Prüfungsversuche die Hemmungsmomente vermindert hatte, wurde die Reaktionszeit für beide Bewegungen wesentlich geringer.

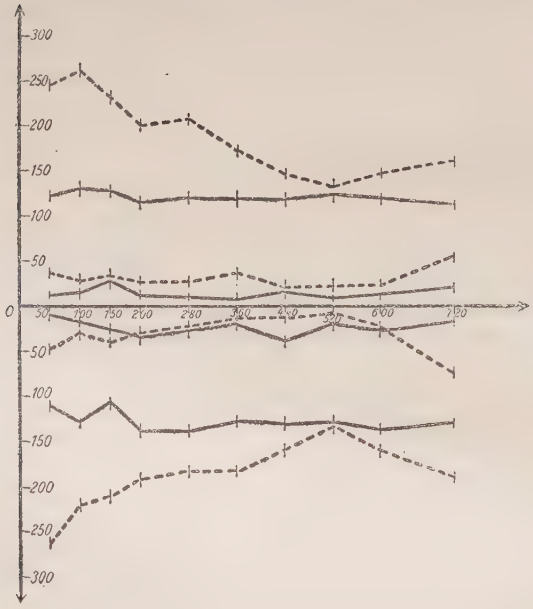

Fig. 3 (Vp. B).

Dies zeigt übrigens zugleich, wie die sensorielle Einstellung für beide Willensakte gleichmäßig eingehalten wird, und daß die Garantierung dieser Einstellung für die zweite Reaktion durch unsre Prüfungsversuche die richtige Einstellung auch für die erste Reaktion gewährleisten konnte.

In der folgenden Tabelle I sind die arithmetischen Mittel der Reaktionszeiten (AM) und ihre mittleren Variationen (mV) für sämtliche Reizintervalle bei den verschiedenen Hauptgruppen und Versuchspersonen zusammengestellt. Die mit r und l bezeichneten Horizontalreihen geben diese Mittelwerte und ihre Variationen für die rechte und linke Hand. Die vier ersten Horizontalreihen jeder Versuchsperson enthalten die Werte der einfachen Rechts-Linksreihen, in den acht übrigen Zeilen folgen die Werte der Wechselreihen Rechts-Links bzw. Links-Rechts (vgl. Figur 2 und 3).

Die in den Grundkurven dargestellten mittleren Zeiten der ersten

Tabelle I. Mittelwerte der Reaktionszeiten bei variablem Reizintervall.

		50 σ	100 σ	150 σ	200 σ	280 σ	360 σ	440 σ	520 σ	600 σ	720 σ	
A M	r	315	292	269	249	238	233	268	256	264	254	
	l	507	467	425	371	345	276	259	229	277	232	
m V	r	75	87	68	53	38	47	40	56	60	59	
	l	65	73	70	44	52	33	42	21	68	32	
A M	r	128	143	136	130	140	163	142	141	131	132	
	l	396	348	290	259	186	177	142	141	134	201	Vp. W
m V	r	14	26	19	20	23	41	19	17	19	11	
	l	23	49	35	23	25	37	24	27	18	58	
A M	r	127	128	135	129	119	112	116	121	114	120	
	l	420	339	315	272	197	171	151	147	191	239	
m V	r	19	18	21	17	21	13	13	17	21	14	
	l	55	41	40	40	45	43	30	23	39	20	
A M	r	187	172	167	183	170	178	183	156	170	122	
	l	289	272	221	245	221	183	176	138	119	107	
m V	r	46	66	58	69	75	57	68	27	59	10	
	l	54	42	45	50	77	51	58	23	20	33	
A M	r	161	237	203	177	172	145	137	149	135	125	
	l	208	206	217	198	172	145	133	117	119	104	Vp. Wi
m V	r	55	87	83	44	42	23	23	28	25	22	
	l	66	74	47	69	55	41	35	24	22	28	
A M	l	157	186	198	155	147	137	125	124	138	122	
	r	192	192	224	205	171	151	146	119	118	135	
m V	l	52	69	13	49	28	21	15	18	30	20	
	r	59	74	65	59	66	30	27	21	19	20	
A M	r	147	130	144	120	136	139	131	139	127	133	
	l	215	230	229	218	211	184	183	149	204	164	
m V	r	21	9	35	15	11	10	20	18	12	10	
	l	45	36	38	46	52	35	35	22	58	11	
A M	r	121	129	128	116	121	119	119	124	119	113	
	l	244	262	232	198	205	171	145	132	146	138	Vp. B
m V	r	12	16	28	12	9	8	17	10	14	22	
	l	36	28	33	26	26	35	19	20	21	53	
A M	l	113	129	107	138	137	127	130	128	137	129	
	r	265	221	211	191	183	182	158	133	160	187	
m V	l	10	18	27	33	27	19	38	20	27	18	
	r	48	30	40	32	25	15	14	8	22	75	
A M	r	173	161	127	151	157	142	156	152	144	179	
	l	298	279	238	211	214	182	155	160	194	153	
m V	r	55	28	23	41	43	27	25	31	20	46	
	l	32	31	22	34	38	54	33	46	55	33	
A M	r	203	226	215	226	199	197	199	204	185	195	
	l	371	382	363	333	320	252	210	242	219	274	Vp. M
m V	r	17	44	26	30	25	45	27	26	35	35	
	l	37	56	33	43	43	42	39	49	28	22	
A M	l	253	216	256	265	246	235	240	260	255	222	
	r	430	386	372	358	363	266	233	233	229	259	
m V	l	43	27	40	46	45	27	66	44	30	45	
	r	48	52	32	55	35	44	29	40	39	23	

Reaktion sind in der 1., 5. und 9. Horizontalreihe der Tabelle I enthalten und ihre mittleren Variationen in der 3., 7. und 11. Reihe.

Die oben diskutierte Beeinflussung der ersten Reaktion durch den zweiten Reiz ersieht man also im wesentlichen aus einem Vergleich der 1., 5. und 9. Horizontalreihe jeder Versuchsperson mit dem zugehörigen Reizintervall. Je nach der absoluten Reaktionszeit liegt die Grenze für diesen Nebeneinfluß bei den einzelnen Versuchspersonen etwas verschieden. Da sich dieser Einfluß natürlich mit dem Reizintervall wesentlich ändert, ist er in seinen Einzelheiten nur aus dem Verlauf der verschiedenen Mittelwerte selbst zu ersehen. Immerhin erkennt man die Hauptrichtung dieses Einflusses auch schon aus einem Vergleich des Mittelwertes der Reaktionszeiten, die im wesentlichen vor dem zweiten Reiz liegen, mit dem Mittelwerte der Reaktionszeiten, die über den zweiten Reiz hinausreichen, wie er aus der folgenden Tabelle II zu entnehmen ist.

Tabelle II. Vergleichung des Mittels der ersten Reaktionen, die möglicherweise von dem zweiten Reiz beeinflußt sind (I. Gruppe), mit dem Mittel der späteren, die vor dem zweiten Reiz vollendet waren und daher nicht beeinflußt werden konnten (II. Gruppe).

	I. Gruppe		II. Gruppe		Differenz.	
R-L	I—V	274	VI—X	255	+ 19 σ	
R-L	I—II	136	III—X	139	— 3 σ	Vp. W
L-R	I—II	127	III—X	121	+ 6 σ	
R-L	I—III	178	IV—X	166	+ 12 σ	
R-L	I—III	200	IV—X	149	+ 51 σ	Vp. Wi
L-R	I—IV	180	IV—X	135	+ 45 σ	
R-L	I—II	139	III—X	134	+ 5 σ	
R-L	I—II	125	III—X	120	+ 5 σ	Vp. B
L-R	I—II	121	III—X	129	— 8 σ	
R-L	I—II	167	III—X	150	+ 17 σ	
R-L	I—IV	218	V—X	197	+ 21 σ	Vp. M
L-R	I—IV	248	V—X	243	+ 5 σ	

Wie man sieht, liegt der Einfluß des zweiten Reizes im Mittel in Richtung einer Verlängerung der ersten Reaktion, also einer Hemmungs- oder Störungswirkung, wenn auch aus dem Verlauf der Kurven im einzelnen hervorgeht, daß der zweite Reiz je nach dem Entwicklungsstadium der ersten Willenshandlung, in die er hineintrifft, gelegentlich auch eine beschleunigende Wirkung ausüben kann,

Tabelle III. Tabelle der Differenzen.

	50 σ	100 σ	150 σ	200 σ	280 σ	360 σ	440 σ	520 σ	600 σ	720 σ	
R-L	192	175	156	122	110	46	— 9	— 27	13	22	
R-L	268	205	154	129	46	14	0	— 20	3	69	Vp. W
L-R	293	211	180	143	78	59	35	26	77	119	
R-L	102	100	54	62	51	5	— 7	— 18	— 51	— 15	
R-L	47	31	14	21	0	0	— 4	— 32	— 16	— 21	Vp. Wi
L-R	35	6	26	50	24	14	21	— 5	— 20	13	
R-L	68	100	85	98	75	45	52	10	77	31	
R-L	123	133	104	82	84	52	26	8	27	45	Vp. B
L-R	152	92	104	53	46	55	28	5	23	58	
R-L	125	118	111	60	57	40	— 1	8	50	26	
R-L	168	156	148	107	121	55	11	38	34	79	Vp. M
L-R	177	170	116	93	117	31	— 7	— 27	— 26	37	

wie z. B. bei dem kürzeren Intervall 50 σ der Vp. B L-R und Vp. W R-L in den Wechselreihen.

Die Abhängigkeit der zweiten Reaktion von dem Zeitintervall zwischen beiden Reizen ist aus der obigen Tabelle III der Differenzen zwischen der ersten und zweiten Reaktionszeit zu ersehen, wobei also die erste Reaktion gewissermaßen als die konstante Norm zu betrachten ist, von der sich der wechselnde Einfluß des variablen Intervalles auf die zweite Reaktion abhebt (vgl. Figur 4 und 5).

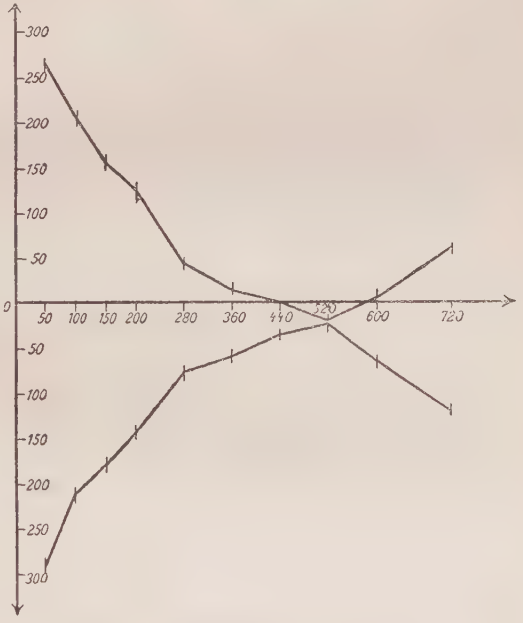

Fig. 4 (Differenzkurve zu Fig. 2).

Die Differenzkurven zeigen im allgemeinen ein durchaus einheitliches Bild, das besonders für den ersten Teil der Kurve stets zutrifft. Im allgemeinen senken sich die Differenzen bei zuneh-

menden Intervallen. Die zweite Reaktionshandlung beginnt bei dem kleinsten Intervalle von 50 σ mit einem Werte, der die Reaktionszeit der vorangehenden Willenshandlung bedeutend übertrifft; je größere Zeitstriche aber zwischen dem ersten und zweiten Reiz sich einschalten, um so kleiner werden auch die Reaktionszeiten der zweiten nachfolgenden Handlung. Die Differenzen werden zunehmend kleiner, schließlich bei etwa einer $^1/_2$ Sek. gleich Null, gelegentlich sogar negativ, wobei also die Dauer der zweiten Willenshandlung kürzer ist als der zeitliche Verlauf der vorangehenden Reaktion.

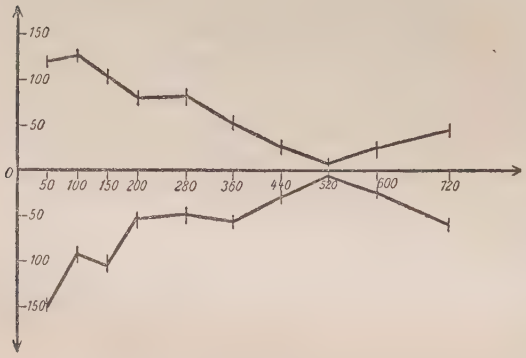

Fig. 5 (Differenzkurve zu Fig. 3).

Wenn die erste Reaktion schon an und für sich relativ kurze Zeiten hat wie bei Vp. B, so bleibt auch das Minimum der Differenzen stets im Positiven.

Die Stelle der kürzesten Reaktionszeit der zweiten Hand können wir die Optimalstelle nennen. Während bei allen Versuchspersonen stets die Differenzkurve eindeutig einer Verkleinerung zustrebt und nur das Tempo des Abfalles der Kurve, sowie die Oszillationen geringere individuelle Differenzen aufweisen, so ist die Lage der Optimalstelle im ganzen Verlauf der verwandten Reizintervalle eine etwas verschiedene, sodaß zwei Formen der Differenzkurve sich ergeben: entweder findet dauernd und ausnahmslos mit wachsenden Intervallen eine Verkürzung der Reaktionszeit der zweiten Hand statt, sodaß die Optimalstelle an den Ort des größten Intervalls, also an das Ende des Kurvenzuges überhaupt fällt, oder die Optimalstelle ist nicht identisch mit dem größten Intervall, sondern liegt vor ihm, sodaß bei einem bestimmten größeren Zeitintervalle die kürzesten Reaktionszeiten, also optimale Reaktionsbedingungen erhalten werden, von wo an dann aber die Kurve wieder ansteigt, entsprechend der wieder abnehmenden Vorbereitung der Willenshandlung (vgl. Tabelle IV).

Tabelle IV. Lage der Optimalstelle für die zweite Reaktion.

	Vp. W	Vp. B	Vp. M	Vp. Wi
R-L	520 σ	520 σ	720 σ	720 σ
R-L	520 σ	520 σ	440 σ	720 σ
L-R	520 σ	520 σ	600 σ	600 σ

Bei Vp. Wi. z. B. liegt der tiefste Punkt der zweiten Kurve, also die Optimalstelle bei Rechts-Linksreaktion, beim größten Intervall von 720 σ, während bei Vp. M z. B. bei Rechts-Linksreaktion einmal schon beim viertletzten Intervall (440 σ) die größte Zeitverkürzung der zweiten Reaktion zu beobachten ist. Die Optimalstelle, also der Ort der kürzesten Reaktionszeit der nachfolgenden Hand, hat im allgemeinen bei den einzelnen Versuchspersonen eine feste und bleibende Lage, die zwischen 7. und 10. Intervall, also zwischen 440 σ und 720 σ sich befindet.

Es ist zu beachten, daß bei den beiden Vpn. B und W, welche die kürzesten und konstantesten Zeiten der ersten Reaktion ergaben, auch das Optimum völlig übereinstimmend bei dem Intervoll 520 σ liegt.

Auch bei der Form der durchgängigen Reaktionsverkürzung der zweiten Hand findet in dieser Gegend oft ein Durchgang durch die Nullabszisse statt, sodaß auch hier die große Bedeutung dieser Intervallgrößen ersichtlich wird. (Vgl. z. B. Wi R-L. und M L-R.)

Die starke Verspätung der zweiten Reaktion im Vergleich zur Norm bei kurzem Reizintervalle beruht offenbar darauf, daß beide Reaktionen streng sensoriell der Auffassung ihres Reizmotives zugeordnet werden sollen und der genaue Zeitpunkt für die Ausführung der zweiten Reaktion nach dem Vorsignal nicht im voraus bekannt ist. Der Anstieg des zweiten Willensimpulses kann daher im voraus nicht speziell vorbereitet werden, sondern muß erst nach der Auffassung des zweiten Reizes nachgeholt werden. Andererseits ist die erste Reaktion so weit als möglich vorbereitet, sodaß die kräftige Entwicklung dieser Willenshandlung nach der Auffassung des ersten Reizes die Beschäftigung mit der zweiten Reaktion zunächst um so mehr in den Hintergrund drängt. Erst nach Vollendung der ersten Reaktion kann die zweite energisch in Angriff genommen werden, Dies gilt vor allem bei streng sensorieller Einstellung, wie sie auch auf Grund der Selbstbeobachtung, z. B. vor allem bei Vp. W vorlag.

Die Verspätung der ersten Reaktion ist hier eine ähnliche wie die Reaktion auf Reize, die bei ihrem Auftreten wenig beobachtet waren[1]).

In der Kurve der Wechselreihen der Vp. W haben wir die konkrete Zeitdistanz zwischen den beiden Reaktionen dadurch in einer besonderen Linie (— · — ·) veranschaulicht (vgl. Fig. 2), daß wir zu der Zusatzkurve die Intervallzeit zwischen erstem und zweitem Reiz in der nämlichen Figur für beide Handfolgen hinzufügten. Aus dem annähernd parallelen Verlauf dieser Kurve mit der Grundkurve der ersten Reaktion ergibt sich offenbar, daß die zweite Reaktionszeit bei den kürzesten Intervallen von dem Zeitpunkt des zweiten Reizes relativ unabhängig, einfach ungefähr in gleichem Zeitabstande nach der ersten Reaktion erfolgt.

Je später dagegen der zweite Reiz erfolgt, umsomehr ist die Beschäftigung mit der ersten Reaktion bereits erledigt, und um so ungestörter kann sich die zweite sensorielle Reaktion entwickeln, bis sie bei etwa $^1/_2$ Sek. ganz in der nämlichen Weise erfolgt, wie die erste Reaktion. Außerdem kommen hierbei die anregenden Wirkungen der ersten Reaktion rein zur Geltung. Sie bestehen in physiologischen und psychologischen Bedingungen einer Disponierung oder Bahnung (Exner) für die zweite Willenshandlung.

Wird die Zwischenzeit bis zum Reiz aber noch länger, so treten dagegen wieder ungünstigere Bedingungen ein, wie sie aus Versuchen mit zu langen Intervallen zwischen Vorsignal und Hauptreiz bereits hinreichend bekannt sind. Bisweilen finden sich allerdings auch bei längeren Intervallen wieder kleinere Reaktionszeiten, wie sie aus dem oszillatorischen Verlauf der Aufmerksamkeitsspannung erklärlich sind.

Die Optimalstelle war derjenige Ort, wo quantitativ die Verkürzung der zweiten Handlung ihren Höhepunkt erreichte, und wo auch in einigen Fällen Minima der Streuung aufgezeichnet waren. Diese Stelle ist auch in der Selbstbeobachtung durch eine Fülle von Angaben über die günstigen apperzeptiven Bedingungen dieses Ortes ausgezeichnet. Vp. M, ein etwas phlegmatischer Reagent, sagt aus, daß beim 7. Intervall, also bei 440 σ, zwischen den Reizen eine innere Frische und rechte Stimmung zur prompten Reaktion zu beobachten sei. Die Auffassung der Reize sei »gut«, die zweite Reaktion gut

[1]) Vgl. Kästner und Wirth, Psychol. Stud. Bd. III, 1907, S. 361 und IV, 1908, S. 139.

vorbereitet durch die Zwischenzeit; auch sei ein inneres Befriedigungs- und Zustimmungsgefühl und Spannung auf Grund der Betätigung zu beobachten. Die allgemeine Angabe »sehr gut« findet sich dagegen bei kleineren und größeren Intervallen nicht. Bei kleinerem Intervalle sei die zweite Handlung »gehemmt« und »verzögert« und erfolge gleichsam »automatisch« als Nachtakt. Der erste Reiz wird in seiner Auffassung von diesen Reagenten durch mimische Mitbewegungen, Kopfnicken, Stirnrunzeln usw. begleitet. Bei langen Intervallen dagegen werde die Frische der Reaktion durch Ermattung gestört.

Vp. B verzeichnet in den Protokollen der Selbstbeobachtung die Aussagen »gut« vorwiegend vom 6. und dann ausschließlich vom 7. Intervall an. Die prozentuale Verminderung der zweiten Reaktion ist vom 6. Intervall an schon recht beträchtlich, sie beträgt 34% im Mittel und strebt ihrem Maximum beim 8. Intervall (520 σ) zu. Bei kleinerem Intervalle dagegen finden wir sehr oft die Angabe: die nachfolgende Hand »verzögert«. Bei Links-Rechtsreaktion dagegen fällt diese Aussage der Hemmung der nachfolgenden rechten Hand noch z. T. auf Intervall 150 σ, womit eine um 13 σ größere Streuung parallel geht.

Vp. Wi erreichte die größte objektive Zeitverkürzung der zweiten Handlung beim längsten Intervalle. In guter Übereinstimmung damit lehnt er die kurzen Intervalle durchweg ab; hier ist nach seiner Angabe die nachfolgende Hand nicht nur »gehemmt« und »überrascht«, sondern die sensorielle Einstellung für den zweiten Reiz nicht durchzuführen, da er muskuläre Reaktionstendenzen wirksam fühle: sogar negative Gefühlstöne, Ärger, Mißmut, Verstimmung schleichen sich ein.

Erst vom 6. Intervall, von 360 σ an, reagiert er seinen Angaben gemäß vorwiegend »korrekt«, kann eine sensorielle Einstellung durchführen, ertappt sich nur einige Male bei muskulärer Reaktion und ist befriedigt von der Doppelreaktion.

Die Auffassung des zweiten Reizmotives als Voraussetzung der zweiten Willenshandlung bei einer streng sensoriellen Reaktion erfolgte gerade bei dem kürzesten Intervalle in einem einheitlichen Apperzeptionsakte mit der Auffassung des unmittelbar vorhergehenden ersten Reizes. Die lebhafte Vergegenwärtigung der Zuordnung des

zweiten Willensimpulses zum zweiten Reiz und der Übergang zu seiner tatsächlichen Ausführung ist aber eben von dieser Apperzeption des Reizmotives als solchen wohl zu unterscheiden, welch letztere von der Ausführung der ersten Willenshandlung zeitlich genügend getrennt bleiben mußte, wenn auch der zweite Impuls wirklich nur auf den zweiten Reiz hin, also wiederum streng sensoriell erfolgen sollte. Die Selbstbeobachtung gab über diese Einheitlichkeit oder Getrenntheit der Reizapperzeptionen interessante Aufschlüsse. Die Versuchspersonen sollten in ihren Angaben insbesondere womöglich ganz kurz diese Nebenfrage beantworten, ob die beiden Reizmotive in zwei relativ selbständigen Apperzeptionsakten aufgefaßt und die Willensentschlüsse zur Ausführung der beiden Reaktionen entsprechend getrennte Vorgänge darstellten oder ob die Auffassung der beiden Reizmotive und die ihnen zugeordneten Willensentschlüsse in ein einheitliches Gesamtergebnis verschmolzen waren. Es zeigte sich nämlich schon in Vorversuchen, daß das Ergebnis in dieser Hinsicht je nach der Größe des Reizintervalles ganz bestimmte Unterscheidungen zuließ. Auf Grund der Instruktion hatte ja der Reagent den ersten Willensimpuls dem ersten Reiz und den zweiten dem zweiten Reize zuzuordnen. Daher stellte er sich in der dem Reiz unmittelbar vorhergehenden Zeit ausdrücklich so ein, daß er zunächst die beiden Reaktionen als zwei selbständige sukzessive Willensakte vorbereitete, zu deren Ausführung auch zwei getrennte Reizauffassungen und Willensentschlüsse notwendig sein würden. Nach der Selbstbeobachtung scheint bei dieser Bereitschaft die dunkle Erwartungsvorstellung einer nicht zu schnellen Aufeinanderfolge der beiden Reizmotive vorgeschwebt zu haben, welche eine getrennte Auffassung und Durchführung der beiden Bewegungen bequem zuließ. Aber nur wenn dann die beiden Reize auch wirklich langsam genug aufeinanderfolgten, wurde der erste Reiz relativ isoliert als Motiv zur ersten Handbewegung apperzipiert, bevor der zweite Reiz eintrat. Bei schnellerer Aufeinanderfolge der Reize erschienen diese dagegen als einheitlich aufgefaßte Erfüllung der verabredeten Voraussetzungen für die beiden sukzessiven Handbewegungen. Die getrennte Vorbereitung der beiden Bewegungen brachte es jedoch mit sich, daß die beiden Hände auch in diesem Falle der einheitlichen Motivauffassung die Bewegungen doch tatsächlich stets wieder sukzessiv aus-

führten. Die Angabe der Selbstbeobachtung ließ nun die Intervallgrenze für jene Einheitlichkeit der Motivauffassung aus den beiden Urteilen »einheitliche« oder »getrennte Apperzeption« zeitlich bestimmen, ja bei einem der Beobachter (W) sogar schwellenmäßig berechnen (vgl. Fig. 6). Hierbei wurde die relative Häufigkeit dieser beiden Urteile in ihrer Abhängigkeit von dem Reizintervall bestimmt und hierauf die Formel von Spearmann und Wirth[1]) für das arithmetische Mittel des Grenzpunktes:

$$r = Eo - i\,\Sigma g + \frac{i}{2}$$

angewandt.

Aus der folgenden Kurve der relativen Häufigkeiten berechnete sich diese mittlere Schwelle auf 229 σ. Der Zentralwert der Schwelle (50% der Urteile, einheitlich bezw. getrennt) lag bei 228 σ. Bis zum dritten Intervall, also bis zu einer Zwischenzeit von einschließlich einer Zehntelsekunde, wird immer nur »eine Auffassung« angegeben; von 100 σ Zwischenzeit bis einschließlich 440 σ herrscht ein Wechsel der Aussagen vor, während von 520 σ, also einer halben Sekunde an sich stets die Urteile »zwei« Auffassungen finden.

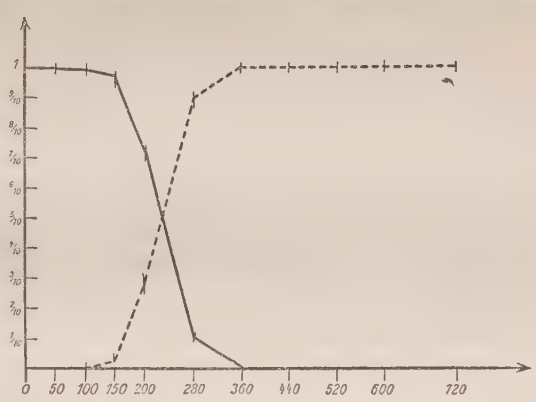

Fig. 6.

Die mittlere Schwelle liegt etwa bei der Hälfte der Optimalzeit (520 σ), was wohl verständlich ist, da ja eine völlig ungestörte Entwicklung der zweiten Reaktion erst bei einer sehr deutlichen Trennung der beiden Akte möglich wird. Jedenfalls ist von jener Schwelle an der Abstieg der Zusatzkurve merklich geringer, um bald an der Optimalstelle anzulangen.

Die Aufmerksamkeit muß bei dem Bewußtsein der Gesamtheit

---

[1]) Wirth, Psychophysik 1912, S. 188 ff.

der Apperzeptionsakte jeden der beiden Reize besonders ergreifen und von einem zum andern wandern können. Die Minimalzeit für die Wanderung der Aufmerksamkeit ist in der Abhandlung von Feilgenhauer[1]) für akustische, optische und taktile Reize nach exakten Prinzipien der Schwellenmessung untersucht worden, bei deren Veröffentlichung sowohl unsere Versuche als auch die Berechnung jener Schwelle aus den entsprechenden Urteilen der Vp. W bereits abgeschlossen waren. Umso erfreulicher ist die Annäherung unserer Mittelwerte. Feilgenhauer fand nämlich, daß der kleinste Aufmerksamkeitsschritt bei akustischen Reizen (Funkengeräuschen) bei der einen Vp. 305 σ und bei der anderen 275 σ betrug. Vielleicht erklärt sich die Differenz von 50 bis 80 σ zwischen unseren Resultaten aus dem Unterschied der Reize und daraus, daß bei uns der Nachdruck der Beobachtung mehr auf der inhaltlichen Beurteilung als »einheitlich« oder »getrennt aufgefaßt« lag und bei F. mehr auf der Feststellung der Aufmerksamkeitswanderung, die beide in engstem Zusammenhang stehen, aber nicht identisch sind.

Unsere mittleren Variationen haben im allgemeinen die bekannten größeren Werte, die sie bei streng sensorieller Reaktion erreichen. Häufig gehen sie den Reaktionszeiten parallel, sodaß bei der Optimalstelle eine Verkleinerung, darnach wieder eine Verlängerung zu beobachten ist. Doch kommen offenbar noch andere Faktoren in Betracht, wodurch dieser einfache Parallelismus gestört wird. So ist z. B. bei Vp. M gelegentlich trotz der großen absoluten Zeit der zweiten Reaktion, wohl infolge ihres mechanischen Anschlusses an die erste (vgl. S. 17), eine kleinere mittlere Variation vorhanden, die eben auf die Änderung der Reaktionsform hinweist. Beim längsten Intervalle ist die Streuung auch oftmals viel mehr gesteigert als die Reaktionszeit. Die Optimalzeit jedoch ist meistens durch sehr kleine Streuungswerte ausgezeichnet. Die Variation der rechten und linken Hand zeigen einige Male wieder guten Parallelismus zu den Unterschieden der Reaktion.

Die Werte der Tabelle V zeigen, daß im allgemeinen R-L- und L-R-Reaktionen ähnliche Zeiten liefern, nur Vp. M reagiert bei R-L schneller. Beachten wir auch die kleineren Differenzen, so kann man

[1]) Arch. f. d. gesamte Psychol., Bd. 25, 1912, S. 413.

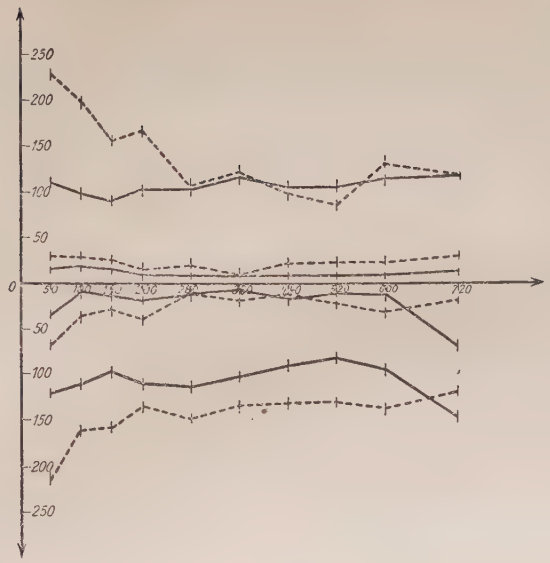

Fig. 7 (Vp. B).

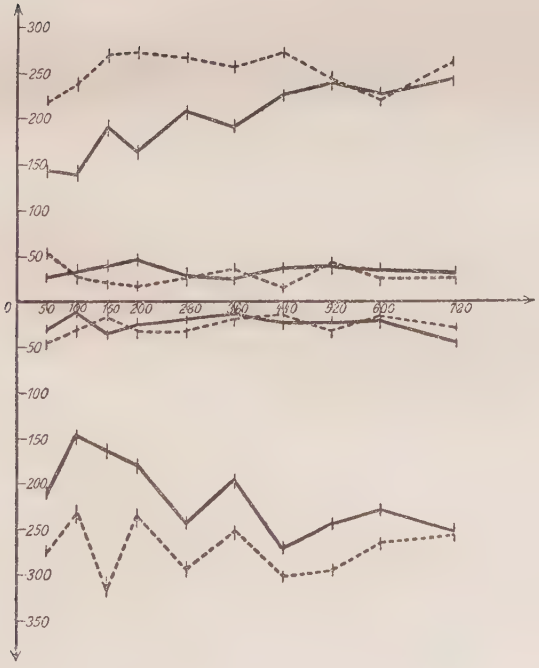

Fig. 8 (Vp. M).

sagen, daß L-R mit Ausnahme von Vp. Wi ein wenig längere Zeiten ergibt.

Tabelle V. Zum Vergleich der Handfolge R-L und L.-R.

	I.R.	II.R.	A M	ges. Mittel	Vp.
			A M		
R-L	139	225	182	183,5	Vp. W
L-R	122	244	183		
R-L	205	297	251	265	Vp. M
L-R	245	313	279		
R-L	121	189	155	156,5	Vp. B
L-R	128	189	158		
R-L	164	162	163	160	Vp. Wi
L-R	149	165	157		

II. Reihen mit konstantem Reizintervalle (konstante Reihen).

Die Reaktionszeiten, die wir von den beiden Vp. B und M bei Wiederholung des nämlichen Reizintervalles erhielten, sind in der folgenden Tabelle VI und die Differenzen in Tabelle VII zusammengefaßt, deren horizontale Reihen ebenso angeordnet und bezeichnet sind wie die entsprechenden Wechselreihen bei variablen Intervallen in Tabelle I (S. 17). Die zugehörigen Grund- und Zusatzkurven der ersten und zweiten Reaktionszeit gibt Fig. 7 und 8.

Tabelle VI. Mittelwerte der Reaktionszeiten bei konstantem Reizintervall.

		50 σ	100 σ	150 σ	200 σ	280 σ	360 σ	440 σ	520 σ	600 σ	720 σ	
A M	r	111	98	90	103	103	118	104	105	117	119	
	l	231	200	158	167	108	122	99	87	131	119	
m V	r	15	19	17	11	9	11	10	8	11	13	
	l	30	29	26	15	20	11	22	24	23	29	
A M	l	121	110	97	110	114	103	91	82	95	148	Vp. B
	r	216	161	158	136	149	134	132	131	138	121	
m V	l	36	9	13	18	11	8	17	10	12	69	
	r	68	37	29	40	11	19	13	23	32	19	
A M	r	143	139	191	163	208	190	227	241	226	245	
	l	218	238	271	273	267	257	274	244	223	263	
m V	r	26	31	38	45	27	24	35	38	33	31	
	l	52	27	19	17	25	34	15	41	25	26	
A M	l	213	147	166	188	246	198	274	247	230	255	Vp. M
	r	277	233	318	238	296	254	303	297	267	256	
m V	l	31	11	35	26	20	17	28	24	20	45	
	r	46	31	18	33	33	20	16	33	18	31	

Tabelle VII. Tabelle der Differenzen der konstanten Reihen.

	50 σ	100 σ	150 σ	200 σ	280 σ	360 σ	440 σ	520 σ	600 σ	720	
R-L	120	102	68	64	5	4	− 5	− 18	14	0	Vp. B
L-R	95	51	6	26	35	31	41	49	43	—½	
R-L	75	99	80	110	59	67	47	3	− 3	18	Vp. M
L-R	64	86	152	58	50	56	29	50	37	1	

Der Hauptunterschied dieser Resultate von den früheren bei variablen Reihen besteht in einer durchgängigen Abhängigkeit der Grundkurve (erste Reaktionszeit), von dem Reizintervall und in der Tendenz der Zusatzkurve (zweite Reaktionszeit), zur Grundkurve parallel zu laufen. Dieses Merkmal der Zusatzkurve ist in allen vier Kurven mehr oder weniger deutlich verwirklicht. Denn auch die Rechts-Linksreaktionen der Vp. B nähern sich nur in ihrem ersten Teile wieder dem steilen Abfall bei variablen Reihen an, während hier im übrigen die Grund- und Zusatzkurve sogar fast vollständig zusammenfallen.

Jene Abhängigkeit der ersten Reaktionszeit vom Zeitintervall besteht durchweg in einer allmählichen Zunahme mit diesem Intervall, die besonders bei Vp. M sehr ausgeprägt erscheint, wenn man den stark oszillatorischen Verlauf der Kurven in einer mittleren Linie ausgeglichen denkt. Der Anstieg beträgt hier ca. 80—100 σ, während bei Vp. B die nämliche Neigung der Grundkurve nur schwach angedeutet ist. Dabei behält Vp. M auch hier sicher eine ausgesprochene sensorielle Reaktionsweise bei. Ihre Zeiten sind 197 σ für die Rechts-Linksreihe und 216 σ bei Links-Rechtsreihen und die mittleren Variationen betragen im Mittel 32 σ und 26 σ; dagegen hat sich Vp. B in ihrer ersten Reaktion offenbar der muskulären Form noch mehr genähert, da ihre Zeiten für L-R und R-L im Mittel genau gleich 107 σ und die mittleren Variationen nur 12 σ und 20 σ betragen. Daß sich bei der Voraussicht des Zeitintervalls in diesen konstanten Reihen wenigstens bei ausgesprochen sensorieller Einstellung auch schon die erste Reaktion mit der Länge dieser vorausgesehenen Pause bis zur zweiten Bewegung wesentlich ändert, wird nicht überraschen, da doch die Vorbereitung und Ausführung der beiden Handlungen einheitlich erfolgt, und somit die bei diesen Reihen verschiedene Vorbereitung auf die zweite Reaktion

auch die erste in Mitleidenschaft ziehen muß. Anscheinend wird auch schon die erste Handlung umsomehr verzögert, je länger voraussichtlich bis zur zweiten Reaktion noch zu warten ist. Vielleicht liegen hier ähnliche Assimilationswirkungen vor, wie sie seinerzeit Salow[1]) gefunden hatte, als die Pause zwischen den einzelnen Reaktionsversuchen in den einzelnen Reihen wesentlich variiert wurde.

Auch die Tendenz der zweiten Reaktionszeit bei vielen Intervallen die nämliche Differenz mit der ersten Reaktionszeit einzuhalten oder, wie bei Vp. B, ihr fast gleich zu sein, läßt sich aus der Voraussicht des Reizintervalles wohl verstehen. Die Möglichkeit einer mehr oder weniger genauen Antizipation des zweiten Reizes gestattet, die beiden Reaktionen in einem einheitlichen rhythmischen Ganzen vorzubereiten, wobei offenbar im allgemeinen die erste Reaktion etwas energischer betont wird. Im Mittel dauert die zweite Reaktion der Vp. M für beide Handfolgen R-L und L-R bei den fünf kürzeren Intervallen fast genau so lange wie bei den fünf längeren, nämlich für R-L 253 σ einerseits und 252 σ andererseits und für L-R 272 σ bzw. 275 σ.

Optimalintervalle, bei denen die Differenzen zwischen den beiden Reaktionszeiten annähernd verschwinden, sind nach Tabelle VII

die Zeiten 280 σ bis 440 σ bei Vp. B und

die Zeiten 520 σ und 600 σ bei Vp. M für die Handfolge R-L und bei Vp. B vor allem die Zeiten 280 σ bis 720 σ für die Handfolge L-R. Dieser gleichmäßige Verlauf beider Reaktionen bei gewissen Intervallen in der Nähe von 0,5 Sekunden erklärt sich offenbar ähnlich wie bei den variablen Intervallen aus der guten Übereinstimmung der tatsächlichen Reizwahrnehmung mit der Erwartungsvorstellung bei diesen Intervallen, bei der die vorbereiteten Willenshandlungen beidemale besonders ungestört verlaufen können.

Immerhin kann bei der Wissentlichkeit des Intervalles aus einer Differenz der beiden Reaktionszeiten noch nicht auf eine Ungenauigkeit der Erwartungsvorstellung geschlossen werden, da die beiden Reaktionen, wie schon erwähnt, in dem Ganzen der rhythmisch gegliederten Vorbereitung an die korrekte Reizerwartung als verschiedenwertige Unterglieder der Takteinheit angeschlossen sein können.

Die kürzesten Intervalle, die der adäquaten Intervallzeit ferner

---

[1]) Salow (herausg. v. Klemm); Psychol. Stud. Bd. 8, S. 506.

liegen, werden jedoch auch beim wissentlichen Verfahren die Erwartungsspannung dem tatsächlichen Verlauf sich nicht völlig anzupassen erlauben und daher gerade bei einer schnelleren, durch die Einübung mechanisierten Reaktionsweise größere Abweichungen, insbesondere Verspätungen der zweiten Reaktion bewirken können. Hieraus erklärt sich wohl vor allem die Annäherung des Verlaufes der Zusatzkurve in Fig. 7 bei der Handfolge R-L der Vp. B für die Intervalle 50 σ bis 200 σ an den Verlauf bei Unwissentlichkeit bezüglich des Intervalles. Bei ausgesprochen sensorieller Reaktion, bei der die Tätigkeit mehr der tatsächlichen Sinneswahrnehmung untergeordnet bleibt, wie bei Vp. M., scheint dagegen die motorische Anregungswirkung der kurzen Intervalle durch ihre Verkürzung der an sich viel längeren Reaktionszeit diesen bei Vp. B zu beobachtenden Einfluß überkompensiert zu haben.

Hiermit stimmen wiederum die Selbstbeobachtungen der Versuchspersonen gut überein.

Die Selbstbeobachtung spiegelt die Wirksamkeit der neuen Versuchsbedingungen wieder. Vp. M gibt zunächst an, daß bei konstanten Intervallen es ihr sehr viel bequemer falle zu reagieren. Die Einübung auf das gleiche Intervall bringt nach ihr eine Förderung der apperzeptiven Prozesse mit sich; während dieser phlegmatische Reagent bei variablen Reihen im Fall einer Distanz von 50 σ zwischen den Reizen öfters angab, er werde von dem zweiten Reiz überrascht, sagt er bei konstanten Reihen aus, er könne »gut«, ja sogar »schnell« auch bei diesem kleinen Intervalle reagieren. Die anregende Wirkung der kurzen Intervalle erhöht nach ihm die Aufmerksamkeitsspannung und Reaktionsgeschwindigkeit und erst beim 5. Intervall, also gerade in der Mitte, kann er ruhige Stimmung beobachten. Dieses Intervall beläuft sich auf etwa eine $^1/_4$ Sek., sodaß seine Aussage durchaus verständlich wird. Die Aussagen: »langsam«, »wenig erregt« finden sich in guter Übereinstimmung mit unseren Voraussetzungen sehr oft bei längeren Intervallen. Dieser Reagent bestätigt also wiederum in schöner Weise die Übereinstimmung seiner Zahlen mit Angaben der Selbstbeobachtung.

Auch der Vp. B entgeht der Anpassungsprozeß der Doppelreaktion an das konstante Intervall nicht. Sie gibt »mechanische Reaktion« an bei unseren kürzesten Intervallen, die etwa gerade in der

Hälfte der protokollierten Aussagen als »gut« empfunden werden. Gleichzeitig aber findet sich auch die Aussage »langsam« bis zum Intervall von 200 σ. Von da ab werden alle Reaktionen und ihre Bedingungen als »gut« charakterisiert. In der Tat zeigte diese Versuchsperson in gewisser Weise ein gemischtes Verhalten bei konstanten Intervallen; besonders die Resultate der Rechts-Linksreaktion zeigten eine Annäherung an die variablen Reihen.

Der Vergleich zwischen den Gesamtmitteln R-L und L-R (siehe Tabelle VIII) zeigt bei Vp. B eine so gut wie völlige Übereinstimmung

Tabelle VIII. Zum Vergleich der Handfolge R-L und L-R.

	A M				
	I	II	A M	ges. Mittel	Vp.
R-L	107	142	124,5	126,5	Vp. B
L-R	107	148	127,5		
R-L	197	253	225	235	Vp. M
L-R	216	274	245		

und bei der Vp. M eine kleine Verzögerung der Handfolge L-R, ganz ähnlich wie bei den variablen Intervallen (vgl. Tabelle V).

Jedenfalls verläuft die Abhängigkeit der Differenzen zwischen den beiden Reaktionen von der Zwischenzeit der beiden Reize hier etwas komplizierter wie bei variablen, was aus der Verschiedenheit der Vorbereitung des Reagenten je nach dem hierbei vorausgesehenen Reizintervall wohl erklärlich erscheint. Daß die Gesamtmittel für beide Vpn. genau um die gleiche Zeit 30 σ kürzer sind als bei den variablen Reihen (vgl. Tab. V), beruht wohl nicht nur auf der Möglichkeit einer vollständigeren Vorbereitung, sondern auch auf dem gleichmäßigen Fortschritt der allgemeinen Übung.

Zusammenfassung.

1. (Variable Reihen). Die Registrierungen zweier rasch aufeinanderfolgender Ereignisse, deren Zwischenzeit dem Beobachter innerhalb der angegebenen Grenzen 50—720 σ neu ist, folgen nur bei einer Optimalzeit von etwa $^1/_2$ Sekunden annähernd in dem tatsächlichen Zeitabstand, beiderseits um die normale Reaktionszeit gleichmäßig verspätet, aufeinander.

Bei kürzeren Zeitintervallen als etwa 440—600 σ muß dagegen

die wahre Zwischenzeit aus der Zeitdifferenz der beiden Registrierungen erst dadurch herausgelöst werden, daß von der zweiten Registrierung eine mit der Kürze des Intervalls ziemlich proportional zunehmende Verspätung in Abzug gebracht wird, die individuell und je nach der Einübung und der Reaktionsform verschieden ist. Bei einem Reizintervall von 100 σ oder 50 σ kann in dieser Weise bereits eine Korrektur von 100—200 σ notwendig werden. Aber auch wenn die Reize langsamer als jene Optimalzeit aufeinanderfolgen, wird im allgemeinen eine ähnliche Korrektur zur Rekonstruktion der wahren Zwischenzeit erforderlich sein, da auch hierbei die zweite Registrierung bei den geübtesten Reagenten gegenüber der Norm verzögert war, wenngleich hier die Beträge dieser Korrektur meistens bedeutend geringer sind.

2. (Konstante Reihen.) Ist dagegen das Intervall der beiden Reize dadurch im voraus bekannt, daß es innerhalb einer ganzen Reihe wissentlich konstant bleibt, so ist zunächst schon die erste Reaktionszeit von diesem Intervalle abhängig, und zwar nimmt sie im allgemeinen mit ihm zu. Die zweite Reaktionszeit aber fällt auf Grund der Anpassungsmöglichkeit in der Vorbereitungszeit für sämtliche Intervalle ähnlich aus wie die erste. Doch gilt dies wiederum vor allem für eine gewisse Optimalzeit von ähnlichem Betrage wie bei variablen Intervallen. Zu kurze Intervalle lassen jedoch auch hier die zweite Reaktion meistens relativ zu spät erfolgen.

Vita.

Am 3. April 1888 wurde ich, Trajan Topciu, in Ploesti (Königreich Rumänien) als Sohn des verstorbenen Gutsbesitzers Constantin Topciu geboren. Von Staatsangehörigkeit bin ich Rumäne, gr.-katholischen Bekenntnisses. Zunächst besuchte ich vier Jahre die »Scola primara« und während der folgenden acht Jahre das »Lyceum Sanct Peter et Paul« meiner Heimatstadt, wo ich das Abiturium bestand. Darauf bezog ich die Universität Berlin, an der ich während vier Semester Studien der Philosophie, Psychologie, Pädagogik und Ethnologie pflegte. Von hier siedelte ich nach Leipzig über, wo ich die gleichen Studien fortsetzte, besonders für die experimentelle Psychologie im Wundtschen Laboratorium.

Ich besuchte die Vorlesungen und Übungen der Herren Professoren und Dozenten: Brahn, Cassirer, Dessoir, Döring, Erdmann, Förster, Klemm, Lamprecht, Lasson, Meumann, Riehl, Salow, Schmarsow, Spranger, Stumpf, Thiele, Volkelt, Weule, Wirth, Wundt, Ziehen.

Allen meinen Lehrern bin ich zu dauerndem Dank verpflichtet.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.